© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Loa loa und die Loaose

Herbert Auer & Horst Aspöck

Abstract: ***Loa loa* and loaosis.** *Loa loa* is a 3,5 to 5 cm long nematode living in the subdermal connective tissues of man who represents also the final host of the parasite. Female helminths produce L1 larvae which circulate in the peripheral blood during the day. Microfilariae get into the intermediate host via the blood meal of certain tabanid species (e.g. *Chrysops silacea*, *C. dimidiata*), where they migrate to the abdomen and develop to the infective metacyclic stage. These larvae leave the insect by active penetration of the labiopharyngeal membrane of the biting apparatus and migrate into the skin of man. Six months to 3 years later *Loa loa* larvae reach maturity and fecundity. *Loa loa* occurs only in West- and Central Africa. After an incubation period of about three months the typical symptoms, Calabar or Cameroon swellings of armes or legs (or even of the face), arise. Sometimes the migrating adult helminths can be observed subconjunctivally which may be accompagnied by itching or burning phases. The diagnosis of loaosis is mainly based on the clinical symptoms, the geographical anamnesis and parasitological examinations (detection of microfilariae in the blood by microscopical or PCR analysis). The most important therapeutic compounds are diethylcarbamacine, ivermectin and albendazole which sometimes can induce also complications (skin disease, encephalopathy).

Key words: *Loa loa*, Tabanidae, *Chrysops*, Afrika, Befall des Auges.

Inhaltsübersicht

1. Historisches 795
2. Biologie des Erregers und des Überträgers 797
   2.1. Morphologie und Entwicklung 797
   2.2. Überträger 797
3. Häufigkeit und Verbreitung 797
4. Klinische Symptomatik 798
5. Diagnostik 798
6. Therapie 798
7. Prophylaxe 799
8. Dank 799
9. Zusammenfassung 799
10. Literatur 799

1. Historisches

Aufgrund der Größe der Adulten von *Loa loa*[1] von einigen Zentimetern einerseits und der Tatsache, dass man erwachsene Würmer mitunter unterhalb der Konjunktiva des Auges wandern sehen kann andererseits, ist anzunehmen, dass *Loa loa* der Menschheit (in den Endemiegebieten Afrikas) schon seit langer Zeit bekannt ist.

Der Franzose Guyon war der erste Europäer, der 1847 nicht nur einen Loaose-Fall beschrieb, sondern der auch die vorhandene Literatur durchforstete; dabei stieß er auf eine Kupfergravur des Kupferstechers und Publizisten Jan Theodor de Bry aus dem Jahre 1598; diese Gravur findet sich in den „Collectiones peregrinationum in Indiam orientalem et occidentalem" und zeigt die (chirurgische) Extraktion einer *Loa loa* aus dem Auge eines Patienten. Die erste umfassende Beschreibung des Wurmes erfolgte im Jahre 1770 durch

[1] Synonyme: *Dracunculus loa*, *Filaria lacrymalis*, *F. loa*, *F. oculi humani*, *F. subconjunctivalis*, *Microfilaria diurna*.

H. Aspöck (Hrsg.): Krank durch Arthropoden, Denisia **30** (2010): 795-800

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 1a-c: *Chrysops relictus*, eine in Europa weit verbreitete Tabaniden-Art, die habituell den Vektoren von *Loa loa* ähnlich ist. Dokumentation des Einführens des Stechrüssels in die Haut beim Blutsaugen. Foto: Dr. Heiko BELLMANN.

den französischen Chirurgen M. MONGIN, der *Loa loa* im Auge einer farbigen Sklavin auf Santo Domingo in der Karibik beobachtete und auch aus dem Auge entfernte. Sein Landsmann BAJON beschrieb Loaose-Fälle in Guadeloupe (1768) und in Französich-Guyana (1771), GUYOT (1778), ebenfalls Franzose, sah mehrere Fälle in Angola (GROVE 1990). Die erste umfassende und detaillierte Beschreibung von männlichen und weiblichen *Loa*-Würmern gelang schließlich dem Ophthalmologen ARGYLL-ROBERSTON (1895) in Zusammenarbeit mit PATTRICK MANSON (1891). Weitere Detailbeschreibungen der Parasiten erfolgten durch den deutschen Arzt und Parasitologen Arthur LOOSS (1904). *Loa loa* wurde ursprünglich, insbesondere von den französischen Beschreibern, der Spezies *Dracunculus medinensis* (= "dragonneau") zugeordnet; 1845 plazierte DUJARDIN den Parasiten in das Genus *Filaria* und bezeichnete sie als *Filaria oculi humani*, später benannte sie DUBINI (1850) als *Filaria lacrymalis*, GERVAIS und VAN BENEDEN beschrieben sie schließlich als *Filaria oculi* und GUYON als *Filaria subconjunctivalis* (GERVAIS & VAN BENEDEN 1859). COBBOLD transferierte *Loa loa* wieder in das Genus *Dracunculus* als *D. loa*, STILES & HASSALL (1905) reihten sie in das Subgenus *Loa* des Genus *Filaria* ein. Schließlich errichteten CASTELLANI & CHAMBERS 1913 das Genus *Loa*, in dem sie bis heute geblieben ist.

Die ersten Mikrofilarien von *Loa loa* wurden 1890 von Stephen MACKENZIE im Blut eines aus dem Kongo stammenden und an Schlafkrankeit leidenenden Afrikaners namens Mandombi beobachtet (GROVE 1990). MACKENZIE fiel auf, dass sich die Mikrofilarien sowohl morphologisch als auch hinsichtlich ihrer Periodizität von jenen von *Wuchereria bancrofti* unterschieden. Er zog Patrick MANSON zu Rate, der nach mehreren Untersuchungen auch anderer Patienten zum Schluss kam, "that man is liable to be the host of at least two, if not three, distinct species of filarial haematozoa" (MACKENZIE 1891).

Der Übertragungsmodus von *Loa loa* war lange Zeit ein völliges Mysterium. P. MANSON war der erste, der blutsaugende Insekten als Überträger von *Loa loa* vermutete; und er war es auch, der – nachdem er vergeblich versucht hatte, Würmer in Stechmücken nachzuweisen – größere blutsaugende Insekten, nämlich Arten der Familie Tabanidae, als *Loa*-Vektoren verdächtigte. Nachdem es auch FÜLLEBORN (1912) nicht gelang, Stechmü-

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

cken mit Mikrofilarien von *Loa loa* zu infizieren, machte sich der Parasitologe Robert LEIPER daran, andere Insektengruppen zu untersuchen. Schließlich waren seine Arbeiten, die er im nigerianischen Calabar durchführte, von Erfolg gekrönt. Er sandte am 27. Dezember 1912 ein Telegramm mit folgendem Inhalt an die London School of Tropical Medicine and Hygiene: "The metamorphosis of *Filaria loa* has proved to take place in the salivary glands in a fly belonging to the genus *Chrysops*" (LEIPER 1913). Schließlich waren es A.C. STEVENSON und das Ehepaar CONNAL, die herausfanden, dass die *Loa loa*-Larven ihre Metamorphose im Fettkörper der Bremsen durchmachen (CONNAL & CONNAL 1922).

Das Erscheinen der adulten *Loa*-Würmer im Auge stellte in der Vergangenheit die wohl dramatischste klinische Manifestation der Loaose dar. Daneben wurde aber auch immer wieder über stechende Schmerzen und Konjunktivitis berichtet. ARGYLL-ROBERTSON (1895) war der erste, der eine detaillierte Krankheitsbeschreibung einer Loaose bei einer 32jährigen "englischen Dame", die acht Jahre in "Old Calabar" verbracht hatte, verfasste. Er beschrieb dabei nicht nur das Auftreten der *Loa loa* im Auge, sondern widmete auch anderen Symptomen seine Aufmerksamkeit, u.a. den flüchtigen ödematösen Schwellungen an den Extremitäten, den "fugitive swellings" oder "Kalabar-Schwellungen".

Die Behandlung der Loaose bestand in der Vergangenheit ausschließlich in der chirurgischen Entfernung der Adulti aus den Augen, mit Beginn des 20. Jahrhunderts wurden auch verschiedene chemische Wirkstoffe eingesetzt (z. B. Aniline, Arsenpräparate), die sich aber mehr oder weniger als wirkungslos erwiesen. Schließlich wurde im Jahre 1947 das Diethylcarbamacin zuerst zur Behandlung der lymphatischen Filariosen, später auch der Loaose eingesetzt.

2. Biologie des Erregers und des Überträgers

2.1. Morphologie und Entwicklung

Die adulten Männchen (3,5 cm x 0,4 mm) und Weibchen (5-7 cm x 0,5 mm) halten sich vorwiegend im Bindegewebe der Unterhaut, gelegentlich auch des Körperinneren, des Menschen auf, der den einzigen Endwirt darstellt. (Von ORIHEL & MOORE konnten 1975 zwei Patasaffen, *Erythrocebus patas*, und ein Grüner Pavian, *Papio anubis*, experimentell infiziert werden.) Beide Geschlechter sind von 20 µm großen tropfenartigen Kutikulahöckern übersät. Das Hinterende des Männchens ist nicht oder nur schwach gekrümmt und mit ungleich großen Spiculae versehen. Die Vulva des Weibchens liegt etwa 2,5 mm vom oralen Körperende entfernt. Die Weibchen produzieren gescheidete Larven (Mikrofilarien), die nur tagsüber im peripheren Blut auftreten. Werden die Mikrofilarien während einer Blutmahlzeit von einem geeigneten Zwischenwirt, einer *Chrysops*-Art (z. B. C. *silacea* AUSTEN 1907, C. *dimidiata* WULP 1885) aus der Familie Tabanidae (Abb. 1a, 1b, 1c) aufgenommen, stoßen sie die Eihaut (Scheide) ab und gelangen innerhalb weniger Stunden in das abdominale Fettgewebe der Bremse, wo sie sich am 6. Tage post infectionem zur L2-Larve entwickeln; am Ende des 7. Tages sind sie 1,5 mm lang und 40 µm dick. Nach einer zweiten Häutung wird sie zur 2 mm langen und 25 µm dicken, infektiösen, metazyklischen Larve, die durch eine glatte Kutikula und einen dreilappigen Schwanz charakterisiert ist. Nun drängen die Larven in den Hämolymphraum der Stechborstenscheide oder, wenn bereits mehrere Larven im Kopf vorhanden sind, in den Hämolymphraum anderer Organe (z. B. der Beine) ein. Beim Blutsaugen verlassen die sich lebhaft bewegenden Larven den Stechrüssel der Bremse durch die labiopharyngeale Membran und werden anschließend von den Beinen der Bremsen auf der Haut des Menschen – er ist der einzige Endwirt – „verteilt". Die metazyklischen Larven dringen anschließend aktiv in die Haut des Menschen ein, wo sie innerhalb von 6 Monaten bis zwei Jahren geschlechtsreif werden. Die ersten Mikrofilarien können nach zwei bis vier Jahren (Präpatenzphase) nachgewiesen werden; die Lebensdauer der Makrofilarien beträgt 5-15 Jahre (Zyklus: AUER & ASPÖCK 2010).

2.2. Überträger

Bei den Überträgern handelt es sich um tagaktive und vor allem im Regenwald (nicht aber in Städten oder in der offenen Savanne) beheimatete Arten des Genus *Chrysops* aus der Familie der Tabanidae (GRASSBERGER 2010). Die *Chrysops*-Weibchen legen entlang von Wasserläufen auf (schwimmenden) Pflanzen oder Pflanzenteilen ihre Eier ab, aus denen Larven schlüpfen. Die *Chrysops*-Weibchen – nur sie stechen (vor allem in Waldlichtungen und entlang von Flussläufen) und saugen (mitunter erhebliche Mengen) Blut – orientieren sich vornehmlich optisch auf die Opfer; sie bevorzugen eher bewegte und dunkel gefärbte Objekte. Aufgrund der großen Blutmengen sind sie in der Lage, mehrere (bis zu hundert) *Loa loa*-Larven zur Entwicklung zu bringen. *Chrysops silacea* saugt in den 10 bis 12 Tagen zwischen Aufnahme von Mikrofilarien und deren Weitergabe als metazyklische Formen ein bis zweimal pro Tag.

3. Häufigkeit und Verbreitung

Loa loa kommt in den Regenwald- und Sumpfgebieten West- und Zentralafrikas vor; das Verbreitungsgebiet umfasst die Länder Sierra Leone, Elfenbeinküste, Ghana, Niger, Kamerun, die Zentralafrikanische Repu-

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 2: Loaose: Residuen nach Durchwanderung der Skleren. Dem. Rep. Kongo, Doruma, 1983. Foto: Armin PRINZ.

blik, Zaire, Angola, Tschad und den Südsudan. Insgesamt sollen bis zu 40 Millionen Menschen infiziert sein (DESPOMMIER et al. 1995; MEYER 2000; WALTHER & MULLER 2003; AGBOLADE et al. 2005). Sehr häufig bestehen *Loa loa*- und *Mansonella perstans*-Koinfektionen, wobei Männer häufiger als Frauen infiziert sind und die Anzahl der Mikrofilarienträger mit dem Alter zunimmt (AGBOLADE et al. 2005).

4. Klinische Symptomatik

Schon der Stich einer *Chrysops*-Bremse kann mit einer Lokalreaktion (Juckreiz, entzündliche Schwellungen, die einige Tage bis zu einer Woche andauern können) einhergehen. Nach einer mehr-, meist dreimonatigen Inkubationszeit treten meist plötzlich die charakteristischen Kalabar- oder Kamerunschwellungen an den Unterarmen, am Handrücken, Handgelenk oder Knöchel, mitunter auch im Gesicht auf, die gelegentlich nur stundenweise oder wenige Tage sicht- und/oder spürbar sind und die in unterschiedlichen Zeitintervallen an anderen Körperstellen erscheinen können; es handelt sich dabei um Hypersensibilitätsreaktionen gegen exkretorische Antigene larvaler und adulter Würmer.

Heranwachsende und adulte Würmer wandern vereinzelt im subkutanen Bindegewebe; sie können sich mit beachtlicher Geschwindigkeit fortbewegen und juckende Knötchen, geschlängelte Linien, gelegentlich (beim Absterben eines Wurmes) auch einen Abszess verursachen. Die Adulttiere können unter der Konjunktiva sichtbar werden (ohne den Visus einzuschränken) und entweder keine weiteren Symptome, oder aber Juckreiz, Brennen und/oder ein Lidödem erzeugen.

Die Mikrofilarien können in das ZNS oder auch andere Organe einwandern. An Komplikationen können auftreten: Enzephalopathien mit Kopfschmerzen und verschiedenen anderen Symptomen seitens des ZNS, auch Hemiparesen und peripher neurologische Störungen, durch Immunkomplexe bedingte Nephropathien, Arthralgien, pulmonale Infiltrate und Chorioretinitis.

Symptomlose Infestation sind auch bei hohen Mikrofilarien-Dichten beobachtet worden (MEYER 2000).

5. Diagnostik

Die Diagnose einer Loaose basiert im Wesentlichen auf der Beobachtung der Kalabar- oder Kamerunschwellungen, der Anamnese einer stattgefundenen subkonjunktivalen Wanderung eines Wurmes und des Aufenthaltes in einem Endemiegebiet. In der Regel ist eine ausgeprägte Eosinophilie im Differentialblutbild vorhanden. Antikörpernachweismethoden können vor allem als Suchtest sinnvoll eingesetzt werden, der Nachweis von Mikrofilarien (gescheidet; Länge: ca. 250 µm; Breite: 5 µm) in einer zur Mittagszeit gewonnenen Blutprobe mittels Konzentrationsverfahren (Knottsche Methode, Filtrationsmethoden) (AUER & WALOCHNIK 2006) einerseits sowie der Nachweis spezifischer DNS andererseits bringen im Gegensatz zur Serologie meist eine spezies-spezifische Diagnose (WALTHER & MULLER 2003).

6. Therapie

Grundsätzlich stehen für die Behandlung der Loaose drei verschiedene Wirkstoffe zur Verfügung: Diethylcarbamacin/DEC, Ivermectin und Albendazol. Das bereits im Jahre 1947 in die klinische Medizin eingeführte DEC (Hetrazan®), ein Piperazinderivat, wirkt vor allem auf die Mikrofilarien, zeigt sich aber auch gegen die Adultwürmer wirksam. Das Behandlungsschema: Tag 1: 1 mg/kg KG als Einmaldosis; Tag 2: 2 mg/kg, ebenfalls als Einzeldosis; Tag 3: 4 mg/kg KG, als Einzeldosis; Tag 4-18: 2-3 mg/kg KG, dreimal täglich. Eine Gesamtdosis von 126 DEC/kg KG sollte nicht überschritten werden. Bei Fehlen von Mikrofilarien im Blut kann mit der Dosierung des dritten Tages begonnen werden. Bei mehr als 25 Mikrofilarien/µl Blut sollten initial Kortikosteroide (zur Verhinderung allergischer Reaktionen) gegeben werden. Ivermectin, ein in Wasser praktisch nicht lösliches Avermectin, weist vornehmlich mikrofilarizide Wirkung auf und wird in einer Dosierung von 150-200 µm/kg KG in einer einmaligen Verabreichung gegeben (RICHARD-LENOBLE et al. 2003). Alternativ kann auch Albendazol (Eskazole®) (200-400 mg/kg KG) über 21 Tage gegeben werden; dies hat eine langsame Reduzierung der Mikrofilarien zur Folge.

Alle Therapieschemata haben den Nachteil, dass Komplikationen provoziert werden können, die durch medikamentös bedingten Zerfall der Mikrofilarien ver-

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

ursacht werden. Dies tritt besonders häufig auf, wenn die Zahl der zirkulierenden Mikrofilarien sehr hoch ist (> 30.000Mf/ml Blut) und/oder wenn zusätzlich zur *Loa loa* noch andere Filarien-Infestationen bestehen (GROVE 1990). Neben Hauterscheinungen sind vor allem Enzephalopathien und retinale Läsionen gefürchtet (FOBI et al. 2000; MOUSSALA et al. 2004).

Daher wird heute folgendes therapeutische Procedere empfohlen werden (HÖRAUF & BURCHARD 2010): Aufgrund der Tatsache, dass Mebendazol und Albendazol einen Abfall der Mikrofilariämie ohne hyperergische Reaktionen ermöglichen, sollte man diese beiden Benzimidazolderivate einsetzen, bevor DEC oder Ivermectin verabreicht wird:

1. Bei >8.000 Mikrofilarien/ml wird 3 Wochen 2 x 200 mg/die Albendazol gegeben (alternativ kann eine Apherese durchgeführt werden).
2. Ab Werten von <8.000 Mikrofilarien/ml werden 150-200 µg/kg KG Ivermectin als Einmaldosis gegeben, um die Mikrofilariendichte weiter zu senken.
3. Ab Werten <1.000 Mikrofilarien/ml kann DEC über 3 Wochen gegeben werden: 1 mg/kg KG am 1, Tag, 3 mg/kg KG am 2. Tag, 6 mg /kg KG am 3. Tag und schließlich 9 mg/kg KG vom 4. bis zum 21. Tag.
4. Zusätzlich können Antihistaminika und in den ersten Tagen auch Kortikosteroide gegeben werden.

7. Prophylaxe

Expositionsprophylaxe durch Verwendung von Repellentien.

8. Dank

Wir danken Herrn Dr. Heiko BELLMANN (Universität Ulm) für die Erlaubnis der Wiedergabe der von ihm angefertigten Fotos von *Chrysops relictus*. Ebenso herzlich danken wir Herrn Univ.-Prof. DDr. Armin PRINZ (Medizinische Universität Wien) für die Überlassung des Fotos für die Abbildung 2.

9. Zusammenfassung

Loa loa ist ein 3,5 bis 5,0 cm langer Fadenwurm, der im Bindegewebe der Unterhaut (manchmal auch des Körperinneren) des Menschen lebt, der auch den einzigen Endwirt darstellt. Die *Loa*-Weibchen produzieren gescheidete L_1-Larven, die nur untertags im peripheren Blut zirkulieren. Werden die Mikrofilarien während einer Blutmahlzeit von geeigneten Zwischenwirten, Bremsen (Tabanidae: z. B. *Chrysops silacea*, *C. dimidiata*), aufgenommen, wandern sie innerhalb weniger Stunden in das Abdomen der Bremsen ein, wo sie sich zu metazyklischen Larven entwickeln. Nach abgeschlossener Larvalentwicklung dringen die nun infektiösen Wurmlarven in den Stechapparat der Bremse ein, den sie während eines Blutmahles wiederum verlassen. Die metazyklischen Larven dringen nun aktiv in die Haut des Menschen ein, wo sie innerhalb von 6 Monaten bis 2 Jahren adult werden. *Loa loa* ist ein ausschließlich in West- und Zentralafrika vorkommender Parasit. Nach einer etwa dreimonatigen Inkubationszeit treten meist plötzlich die charakteristischen Kalabar- oder Kamerunschwellungen an Armen und/oder Beinen, mitunter auch im Gesicht auf. Gelegentlich können die Adulttiere auch unter der Konjunktiva sichtbar werden und entweder keine weiteren Symptome oder aber Juckreiz und Brennen im Auge hervorrufen. Die Diagnose der Loaose basiert im Wesentlichen auf der klinischen Symptomatik, der geographischen Anamnese und dem Nachweis der Mikrofilarien im Blut (Blutabnahme um die Mittagszeit) mittels parasitologischer Methoden (Mikroskopie, PCR). Für die Therapie der Loaose stehen die drei Wirkstoffe Diethylcarbamacin, Ivermectin und Albendazol zur Verfügung, die zwar recht gut wirksam sind, allerdings den Nachteil haben, dass durch den medikamentös bedingten Zerfall der Mikrofilarien Komplikationen auftreten können (Hauterscheinungen, Enzephalopathien).

10. Literatur

AGBOLADE O.M., AKINBOYE D.O. & O.F. OGUNKOLO (2005): *Loa loa* and *Mansonella perstans*: Neglected human infections that need control in Nigeria. — Afr. J. Biotechnol. **4**: 1554-1558.

ARGYLL-ROBERTSON D.M. (1895): Case of *Filaria loa* in which the parasite was removed from under the conjunctiva. — Trans. Ophthalmol. Soc. United Kingdom **15**: 137-167.

AUER H. & H. ASPÖCK (2010a): Die wichtigsten lymphatischen Filariosen des Menschen (Nematoda, Spirurida, Onchocercidae). — In: ASPÖCK H. (Hrsg.), Krank durch Arthropoden. Denisia **30**: 765-774.

AUER H. & J. WALOCHNIK (2006): Humanparasitologische Diagnostik. — In: HIEPE T., LUCIUS R. & B. GOTTSTEIN (eds), Allgemeine Parasitologie, Parey-Verlag: 340-354.

CASTELLANI A. & A.J. CHAMBERS (1913): Manual of tropical medicine. 2nd ed. — Bailliere, Tindall & Cox, London: 1-147.

COBBOLD T.S (1916): An introduction to the study of helminthology with reference, more particularly, to the internal parasites of man. — Groombridge and sons, London: 1-480.

CONNAL A. & S.L. CONNAL (1922): The development of *Loa loa* (GUYOT) in *Chrysops silacea* (AUSTEN) and in *Chrysops dimidiata* (VAN DER WULP). — Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg. **16**: 64-89.

DE BRY J.D. (1598): India orientalis. — 2 Bände, Frankfurt. Zitiert in GROVE (1990).

DESPOMMIER D.D., GWADZ R.W. & P.J. HOTEZ (1995): Parasitic diseases. 3rd ed. — Springer-Verlag: 1-333.

DUBINI A. (1850): Entozoografia umana per servire di complimento agli studii di anatomia patologia etc. — Annali Uni-

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

versali di Medicina gia Compilati dai Dottore annibale Omodei, Milano **35**: 502-578.

DUJARDIN F. (1854): Histoire naturelle des helminthes ou vers intestinaux. — Librairie Encyclopédique de Roret, Paris: 1-652.

FOBI G., GARDON J., SANTIAGO M., NGANGUE D., GARDON-WENDEL N. & M. BOUSSINESQ (2000): Ocular findings after ivermexctin treatment of patients with high *Loa loa* microfilariaemia. — Ophthalmol Epidemiol. **7**: 27-39.

FÜLLEBORN F. (1912): Beiträge zur Biologie der Filarien. — Centralbl. F. Bakteriol. Parasitenkunde Infektionskrankh. Abt. Orig. **66**: 255-267.

GERVAIS P. & P.J VAN BENEDEN (1859): Zoologique médicale. Exposé méthodique du règne animal, bas´e sur l'anatomie, l'embryologie, et la paleontologie; comprenant la description des espèces employées en médecine, de celles quie sont vermineuses et de celles qui sont parasites de l'homme et des animaux. — Paris, 2 vol.: 1-959.

GRASSBERGER M. (2010a): Tabanidae (Bremsen). — In: ASPÖCK H. (Hrsg.), Krank durch Arthropoden. Denisia **30**: 261-266.

GROVE D.I. (1990): A history of human helminthology. — CAB International: 1-848.

GUYON J.F. (1847): Note sur des vers observés entre la sclérotique et la conjonctive, chez une négresse de Guinée, habitant la Martinique. — Compt. rend. hebodmad. Séanc. l'Académie Scie. **7**: 11-41.

GUYOT E.G. (1778): Ophthalmie produite par des vers dans les yeux à la cote d'Angole. — Zitiert in GROVE (1990).

HÖRAUF A. & G.D. BURCHARD (2010): Filariosen und Drakunkulose. In: LÖSCHER & BURCHARD (Hrsg.), Tropenmedizin in Klinik und Praxis mit Reise- und Migrationsmedizin. — 4. kompl. überarbeitete und erw. Auflage, Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York: 740-769.

LEIPER R.T. (1913): Report of the helminthologist, London School of Tropical Medicine, for the half-year ending April 30th 1913. — Zitiert in GROVE (1990).

LOOSS A. (1904): Zur Kenntnis des Baues der *Filaria loa* GUYOT. — Zool. Jb, Abt. Systematik, Ökologie u. Geologie der Tiere. Jena **20**: 549-574.

MANSON P. (1891): The *Filaria sanguinis hominis* major and minor, two new species of haematozoa. — Lancet **1**: 4-8.

MEYER C. (2000): Tropenmedizin. Infektionskrankheiten. — Ecomed Verlagsgesellschaft, Landsberg: 1-400.

MOLIN R. (1860): Trenta specie di nematodi. — Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien. Naturwiss. Cl. **40**: 331-358.

MONGIN M. (1770): Sur un ver truvé sous la conjunctive, à Maribarou, isle Saint-Domingue. — J Méd. Chir., Pharm. Etc. **32**: 338-339.

MOUSSALA M., FOBI G., ONGOLO ZOGO P., BELLA HIAG L.A., BENGONO G. & T.E. MCMOLI (2004): Retinal hemorrhages after ivermectin treatment for onchocerciasis in a patient with *Loa loa* microfilaremia. — J. Fr. Ophtalmol. **27**: 63-66.

ORIHEL T.Y. & P.J. MOORE (1975): *Loa loa*: Experimental infection in two species of African primates. — Am. J. Trop. Med. Hyg. **24**: 606-609.

RICHARD-LENOBLE D., CHANDENIER J. & P. GAXOTTE (2003): Ivermectin and filariasis. — Fund & Clin. Pharmacol. **17**: 199-203.

STILES C.W. & A. HASSALL (1905): The determination of generic types, and a list of roundworm genera, with their original and type species. — Bureau of Animal Industry, US Department of Agriculture, Bulletin **79**: 1-150.

WALTHER M. & R. MULLER (2003): Diagnosis of human filariases (except onchocerciasis). — Adv. Parasitology **53**: 149-193.

Anschrift der Verfasser:

Ao. Univ.-Prof. Dr. Herbert AUER
Univ.-Prof. Dr. Horst ASPÖCK
Abteilung für Medizinische Parasitologie
Institut für Spezifische Prophylaxe und Tropenmedizin
Medizinische Universität Wien
Kinderspitalgasse 15
A-1095 Wien
E-Mail: herbert.auer@meduniwien.ac.at
horst.aspoeck@meduniwien.ac.at